

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-287952

(43)公開日 平成4年(1992)10月13日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/12				
21/52	A	9035F--4M		
23/14				
		7352-4M	H 0 1 L 23/12	Q
		7352-4M	23/14	M
			審査請求 未請求 請求項の数3 (全 8 頁)	

(21)出願番号 特願平3-23079

(22)出願日 平成3年(1991)2月18日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 新井 規由

福岡市西区今宿東1丁目1番1号 三菱電

機株式会社福岡製作所内

(74)代理人 弁理士 高田 守 (外1名)

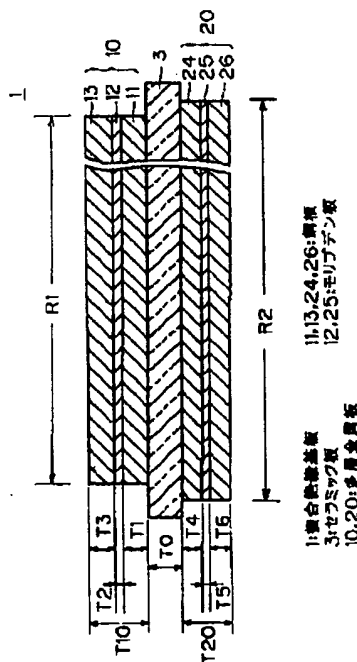
(54)【発明の名称】 複合絶縁基板およびそれを用いた半導体装置

(57)【要約】

【目的】パワーモジュールなどに用いられる複合絶縁基板において、セラミック基板のクラックやソリを防止する。

【構成】セラミック基板3の上下に多層金属板10、20を設ける。各多層金属板10、20は、2枚の銅板11、13、24、26の間にモリブデン板12、25を挟んだ構成となっている。モリブデン板は銅板の拘束部材として機能する。セラミック基板の上下に多層金属板を設けているため、力学的バランスも確保されている。

【効果】セラミック板のクラックやソリが防止できるため、大きなサイズの複合絶縁基板を高い歩留りで製造可能である。その結果、単一の複合絶縁基板上に多数の電子部材を実装可能であって、継ぎ電極が不要になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複合絶縁基板であって、(a) セラミック基板と、(b) 前記セラミック基板の第1の表面上に接合された第1の多層金属板と、(c) 前記セラミック基板の第2の表面上に接合された第2の多層金属板とを備え、前記第1の多層金属板は、(b-1) 銅または銅合金よりなり、前記第1の表面上に固着された第1の金属板と、(b-2) モリブデン、タングステンまたはそれらのうちのいずれかの合金よりなり、前記第1の金属板の上に固着された第2の金属板と、(b-3) 銅または銅合金よりなり、前記第2の金属板上に固着された第3の金属板とを有し、前記第2の多層金属板は、(c-1) 銅または銅合金よりなり、前記第2の表面上に固着された第4の金属板と、(c-2) モリブデン、タングステンまたはそれらのうちのいずれかの合金よりなり、前記第4の金属板の上に固着された第5の金属板と、(c-3) 銅または銅合金よりなり、前記第5の金属板上に固着された第6の金属板とを有することを特徴とする複合絶縁基板。

【請求項2】 請求項1の複合絶縁基板が用いられた半導体装置であって、(a) 金属ベース板と、(b) 前記第6の金属板が前記金属ベース板の上に接合されることによって前記金属ベース板上に固定され、かつ前記第1の多層金属板が所定のパターンに加工された請求項1の複合絶縁基板と、(c) 前記第1の多層金属板の上に配置された半導体チップとを備えることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項2の半導体装置であって、前記第2の多層金属板の平面サイズが前記第1の多層金属板の平面サイズよりも大きくされ、かつ、前記第1と第2の多層金属板のそれぞれの体積を実質的に同一としたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は複合絶縁基板およびそれを用いて構成された半導体装置に関するもので、特に、パワーモジュール用として有用な複合絶縁基板に関する。

【0002】

【従来の技術】 図4は従来の半導体パワーモジュールの一例を示す平面図であり、図5はその拡大断面図である。このパワーモジュール100は、銅ベース板101の上に配列された複数の絶縁基板110を備えている。図7に拡大して示すように、これらの絶縁基板110のそれぞれはセラミック基板111の両面に銅板112、113を接合して構成されている。このうち銅板112の平面形状は回路接続パターンに合わせた形状となっている。そして図5に示すように絶縁基板110の上には半導体チップ120がハンダ付けされており、半導体チップ120にはアルミワイヤ121が電気的に接続されている。

【0003】 また、電極端子131を有するアウトサートケース130がその端部132において銅ベース板101に接着されており、これによって絶縁基板110や半導体チップ120はアウトサートケース130の中に収容される。また、電極端子131と電気的に一体化された接続端子部分133が絶縁基板110内の銅板113（図5には図示せず）からなる回路パターンにハンダ付けされることによって、電極端子131と半導体チップ120とが電気的に接続されている。このため、電極端子131を介してこのパワーモジュール100の駆動や制御を行なうことができる。

【0004】 このパワーモジュール100の製造にあたっては、まず、銅ベース板101に絶縁基板110をハンダ付けする。そして絶縁基板110上へ半導体チップ120をハンダ付けするとともに、後述する継ぎ電極150の取付けを行なう。また、半導体チップ120へのアルミワイヤ121のボンディングを行なう。この状態の半製品はベース組立て完了品と呼ばれる。

【0005】 次に絶縁基板110の回路パターン部分の上に選択的にハンダを塗布するとともに、アウトサートケース130の端部132に接着剤を塗布する。そしてこのベース組立て完了品にアウトサートケース130を上からかぶせ、接着剤によるアウトサートケース130と銅ベース板101との接着を行うとともに、接続端子部分133と回路パターンとのハンダ付けを行なう。この接着工程は加熱しつつ実行される。

【0006】 その後、ハンダ付け用に使用したフラックスを洗浄する。そしてシリコンゲル141をケース130の中に注入し、オープンによって加熱キュアを行なう。さらにケース130の中の残部の空間にエポキシ樹脂142を注入し、オープンによって同様の加熱キュアを行なう。これによってパワーモジュール100のアセンブリが完了する。

【0007】 ところで一般に、パワーモジュールは大電流下で使用するためにその発熱も大きなものとなる。従ってパワーモジュール100に繰返して通電すると、絶縁基板110は温度差の大きなヒートサイクルの影響を受けることになる。そして従来の絶縁基板110では、熱膨張係数が互いに大きく異なるセラミック基板111と銅板112、113のみによって形成されているため、仮に絶縁基板110の平面サイズを大きくすると上記ヒートサイクルによってセラミック基板111と銅板112、113との間に大きな応力が発生し、セラミック基板111にクラックが生ずることがある。

【0008】 また、絶縁基板110の製造にあたっては銅板112、113をセラミック基板111に硬ロウ付けしなければならないため、このときにも温度分布の不均一によって歪やソリが生じやすい。

【0009】 このため、絶縁基板110の平面サイズとしては実用上50mm×50mmが限界となっている。

3

【0010】一方、例示したパワーモジュール100などにおいては半導体チップ120や他の部品の実装のために、上記限界サイズの数倍のサイズを持った絶縁基板を必要としている。従ってこの要求を満足させるために上記限界サイズまたはそれ以下のサイズを持つ複数の絶縁基板110を配列し、それらの間の電氣的接続はブリッジ状の継ぎ電極150を用いて達成するという構成をとっている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところがこのような従来の構成では継ぎ電極150による接続工程が必要になるだけでなく、複数の絶縁基板110の相対的位置決めを精度よく行なうことが困難である。その結果、パワーモジュール100のアセンブリにおける工程数が多く、その組立て精度に限界があった。

【0012】このような状況に対処するため、特開昭2-34577号公報では図8のような複合絶縁基板210が提案されている。この複合絶縁基板210では図7の銅板112のかわりに多層金属板220を使用している。この多層金属板220は2枚の銅板211、213の間にモリブデン板212を挟んで構成されており、多層金属板220全体としての熱膨張係数がセラミック基板111の熱膨張係数に比較的近くなっている。

【0013】ところが、このような複合絶縁基板210ではセラミック基板111の上部に存在する多層金属板220と下部に存在する銅板113とのそれぞれの熱膨張係数が互いに異なるため、ヒートサイクルを受けた際にセラミック基板111の上下における力学的バランスが崩れ、複合絶縁基板210にソリが発生し易いという問題がある。

【0014】この発明は従来技術における上述の問題の克服を意図しており、高い歩留りで比較的大きなサイズのものが製造可能であり、ヒートサイクルによってクラックが発生することもなく、ソリも発生しにくい複合絶縁基板を得ることを第1の目的としている。

【0015】またこの発明の第2の目的は、上記のような複合絶縁基板を用いることによって、組立工程数が少なく、継ぎ電極による接続工程も不要であるとともに、内部部品の位置決め精度も高い半導体装置を得ることである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、この発明にかかる複合絶縁基板では、(a) セラミック基板と、(b) 前記セラミック基板の第1の表面上に接合された第1の多層金属板と、(c) 前記セラミック基板の第2の表面上に接合された第2の多層金属板とを備える。

【0017】そして、前記第1の多層金属板は、(b-1) 銅または銅合金よりなり、前記第1の表面上に固着された第1の金属板と、(b-2) モリブデン、タングステンま

4

たはそれらのうちのいずれかの合金よりなり、前記第1の金属板の上に固着された第2の金属板と、(b-3) 銅または銅合金よりなり、前記第2の金属板上に固着された第3の金属板とを有している。

【0018】また、前記第2の多層金属板は、(c-1) 銅または銅合金よりなり、前記第2の表面上に固着された第4の金属板と、(c-2) モリブデン、タングステンまたはそれらのうちのいずれかの合金よりなり、前記第4の金属板の上に固着された第5の金属板と、(c-3) 銅または銅合金よりなり、前記第5の金属板上に固着された第6の金属板とを有する。

【0019】この発明は上記複合絶縁基板が用いられた半導体装置をも対象としており、この半導体装置は、(a) 金属ベース板と、(b) 前記第6の金属板が前記金属ベース板の上に接合されることによって前記金属ベース板上に固定され、かつ前記第1の多層金属板が所定のパターンに加工された上記複合絶縁基板と、(c) 前記第1の多層金属板の上に配置された半導体チップとを備える。

【0020】好ましくは、前記第2の多層金属板の平面サイズが前記第1の多層金属板の平面サイズよりも大きくされ、かつ、前記第1と第2の多層金属板のそれぞれの体積を実質的に同一とする。

【0021】

【作用】この発明にかかる複合絶縁基板およびそれをも用いて構成された半導体装置では、セラミック基板の両面に多層金属板が設けられており、各多層金属板の熱膨張係数がセラミック基板の熱膨張係数に近くなっている。このため、ヒートサイクルを受けた際にもセラミック基板にクラックが生じにくい。その結果、比較的大きなサイズの複合絶縁基板が高い歩留りで製造可能であり、継ぎ電極を必要としない。

【0022】またセラミック基板の両面側における力学的バランスがよく、複合絶縁基板のソリが防止される。

【0023】一方、半導体チップで発生した熱が金属ベース板に向って拡散する際には、その熱流の断面積は半導体チップから金属ベース板へと向って次第に広がって行く。このため、半導体チップ側に設けてある第2の多層金属板の平面サイズを金属ベース板側の第1の多層金属板の平面サイズよりも大きくすることによって、熱の拡散能力を高めることができる。この場合において、第1のと第2の多層金属板のそれぞれの体積を実質的に同一とすれば、第1のと第2の多層金属板からセラミック基板へ与えられるそれぞれの拘束力が実質的に同一となって、セラミック基板の上下における力学的バランスをさらに高めることができる。

【0024】

【実施例】図1は、この発明の一実施例である複合絶縁基板1の断面図である。また図2は、この複合絶縁基板10を用いて構成した半導体装置（パワーモジュール）

5

50についてそのケーシング前の状態を示す平面図であり、図2のI-I断面が図1に相当する。図1に示すように、この複合絶縁基板1はセラミック基板3の上面と下面とのそれぞれのの上に第1と第2の多層金属板10、20をそれぞれ硬口ウ付けすることによって構成されている。

【0025】第1の多層金属板10は、2枚の銅板11、13の間にモリブデン板12を挟むようにこれらを相互に接合して形成されている。同様に、第2の多層金属板20も、2枚の銅板24、26の間にモリブデン板25を挟むようにこれらを相互に接合して形成されている。第1の多層金属板10はその上に形成すべき電子回路の形状に合わせてパターンニングされている（図2参照）。セラミック基板12、25の材料としては、たとえばアルミナ（ Al_2O_3 ）や窒化アルミ（ AlN ）を母材とするセラミックが使用される。

【0026】第2の多層金属板20の平面サイズR2は、第1の多層金属板10の平面サイズR1よりも大きくされており、第1の多層金属板10の外周部は第2の多層金属板20の外周部よりも内側に存在している。また、各部材3、11~13、24~26のそれぞれの厚さT0、T1~T3、T4~T6は次のようになっている。

【0027】 $T0=0.635mm$,
 $T1=0.5mm$, $T2=0.1mm$, $T3=0.5mm$,
 $T4=0.4mm$, $T5=0.1mm$, $T6=0.4mm$

このため、第1と第2の多層金属板10、20のそれぞれの厚さT10、T20は次のようになり、第1の多層金属板10の厚さT10は、第2の多層金属板20の厚さT20よりも厚い。

【0028】
 $T10=1.1mm$, $T20=0.9mm$

そして、好ましくは、第1の多層金属板10の体積が、第2の多層金属板20の体積と実質的に等しくなるように、これらの多層金属板10、20のサイズが決定される。

【0029】図2を参照して、この複合絶縁基板1は、第2の多層金属板20を銅ベース板101の上に固着して使用される。第1の多層金属板10は回路パターンに合わせてパターンニングされており、その上にはシリコンからなる半導体チップ120がハンダ付けされている。図2には示されていないが、このパワーモジュール50は図4~図6に示した従来のパワーモジュール100と同様に、各半導体チップ120や回路パターンがアルミワイヤによって電氣的に接続されており、電極端子を有するアウトサートケース内に収容される。アウトサートケース内の各部材が樹脂封止されることも図4~図6のモジュールと同様である。アウトサートケースのかわり

6

にインサートケースなどを用いることもできる。

【0030】従来のパワーモジュール100においては複数の絶縁基板110が使用されているが、この実施例のパワーモジュール50では1枚の複合絶縁基板1のみが使用されており、継ぎ電極は不要である。それは、複合絶縁基板1の製造過程においてこの複合絶縁基板1に加わる熱や、半導体チップ120の繰返し動作時のヒートサイクルに起因するセラミック基板3の膨張が小さいため、たとえば $100mm \times 100mm$ という大サイズの複合絶縁基板1を高歩留りで製造し、それを利用できるからである。その理由の詳細は以下の通りである。

【0031】この実施例で使用される銅板、モリブデン板、セラミック板のそれぞれの熱膨張係数 α_c 、 α_M 、 α_s の値は次の通りである。

【0032】
 $\alpha_c = 16.5 \times 10^{-6}/度$
 $\alpha_M = 3.0 \times 10^{-6} \sim 4.0 \times 10^{-6}/度$
 $\alpha_s = 5.0 \times 10^{-6}/度$

したがって銅板11、13、24、26の熱膨張係数 α_c はセラミック基板3の熱膨張係数 α_s よりもかなり大きい。セラミック基板3の熱膨張係数 α_s に近い熱膨張係数 α_M を持つモリブデン板12、25が銅板11、13、24、26の拘束部材として設けられていることにより、ヒートサイクル時における多層金属板10、20の熱膨張とセラミック基板3の熱膨張のとの差は小さくなる。その結果、ヒートサイクル時などにおいてセラミック基板3に加わるストレスが減少し、複合絶縁基板1のサイズを大きくしてもセラミック基板3にクラックが生じることが防止される。また、セラミック基板3の上面と下面とのそれぞれに第1と第2の多層金属板10、20が固着されているため、セラミック基板3に加わる水平方向の応力はその上下面ではほぼ等しくなり、セラミック基板3にソリが生じることもない。

【0033】このため、継ぎ電極を用いずに比較的多数の半導体チップ120をひとつの複合絶縁基板1の上に実装可能であって、パワーモジュール50の組立て工程数が減少し、各部材の相対的位置決め精度も向上する。

【0034】次に、第1と第2の多層金属板10、20のサイズの関係について述べる。図2のような態様で複合絶縁基板1を使用する場合、半導体チップ120で発生する熱は図3の放熱経路TDに沿って複合絶縁基板1からベース板101に拡散する。セラミック基板3の中における放熱経路TDのひろがり角度はおよそ45度である。そして第2の多層金属板20の平面サイズを第1の多層金属板10の平面サイズよりも大きくしているため、第1の多層金属板10の端部付近から放射状に拡散する熱を第2の多層金属板20によって受取り、それをベース板101へと効率良く伝えることができる。すなわち、第2の多層金属板20の平面サイズを第1の多層金属板10のサイズと同一のサイズまで小さくした場合

と比較して、第1の多層金属板10の端部付近からの熱がベース板101に伝わり易くなり、複合絶縁基板1の熱放散能力が向上する。

【0035】ところで、相対的に第1の多層金属板10の平面サイズは第2の多層金属板20の平面サイズよりも小さいが、この実施例では第1の多層金属板10の厚さT10を第2の多層金属板20の厚さT20よりも厚くしてそれぞれの体積が目的に同一となるようにしている。このため、第1の多層金属板10全体としての熱膨張力や熱収縮力は第2の多層金属板20全体としてのそれと近くっており、セラミック基板3のソリがより有効に防止される。

【0036】複合絶縁基板1を製造するにあたっては、矩形状を持つ2枚の多層金属板をセラミック基板3の上面と下面とにそれぞれロウ付けし、その後上面側の多層金属板を選択的にエッチングして、パターン化された第1の多層金属板10を得てもよい。また、第1の多層金属板10は、あらかじめパターン化しておいた多層金属板をセラミック基板3の上面にロウ付けすることによって得てもよい。どのような回路パターンを形成するかが事前にわかっているときには、そのパターン面積を考慮して第1と第2の多層金属板10、20の体積が実質的に同一になるようにそれぞれの厚さの比を定めることが可能である。また、標準的な回路パターンを想定し、そのパターン面積に対して第1と第2の多層金属板10、20の体積が実質的に同一になるように第1と第2の多層金属板10、20のサイズや厚さを決めることもできる。さらに、パターン化する前の状態で第1と第2の多層金属板10、20の体積がほぼ同一となるようにしておくことも可能である。

【0037】上記実施例では第1と第2の多層金属板10、20の中の拘束部材としてモリブデン板12、25を用いたが、モリブデン合金板、タングステン板またはタングステン合金板を用いることもできる。また、銅板11、13、24、26のかわりに銅合金の板を使用してもよい。さらに、他の金属板を付加することもできる。

【0038】この発明の複合絶縁基板はパワーモジュールに特に有効であるが、それ以外の各種の半導体装置にも使用可能である。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、セラミック基板の両面に多層金属板が設けられており、各多層金属板はその熱膨張係数がセラミック基

板の熱膨張係数に近くなるような構造を持っている。このため、比較的大きなサイズの複合絶縁基板が高い歩留りで製造可能であり、ヒートサイクルを受けた際にもセラミック基板にクラックが生じにくい。

【0040】またセラミック基板の片面ではなく両面に多層金属板を設けていることによって、セラミック基板の両面側における力学的バランスが高まり、複合絶縁基板のソリが有効に防止される。

【0041】請求項2の発明にかかる半導体装置では上記の複合絶縁基板を使用していることによって、継ぎ電極を不要とすることが可能である。その結果、半導体装置の内部部品の位置決め精度が高まり、組立工程数も減少する。

【0042】請求項3の発明にかかる半導体装置では、半導体チップ側に設けてある第2の多層金属板の平面サイズを金属ベース板側の第1の多層金属板の平面サイズよりも大きくすることによって、熱の拡散能力を高めることができる。そして、第1と第2の多層金属板のそれぞれの体積が実質的に同一となっているため、第1と第2の多層金属板からセラミック基板へ与えられるそれぞれの拘束力が実質的に同一となって、セラミック基板の上下における力学的バランスをさらに高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例である複合絶縁基板の断面図である。

【図2】実施例の複合絶縁基板を備えたパワーモジュールの組立工程の途中における平面図である。

【図3】一実施例の複合絶縁基板における熱拡散機能の説明図である。

【図4】パワーモジュールの平面図である。

【図5】従来の複合絶縁基板を備えたパワーモジュールの断面図である。

【図6】図6に示したパワーモジュールの組立工程の途中における平面図である。

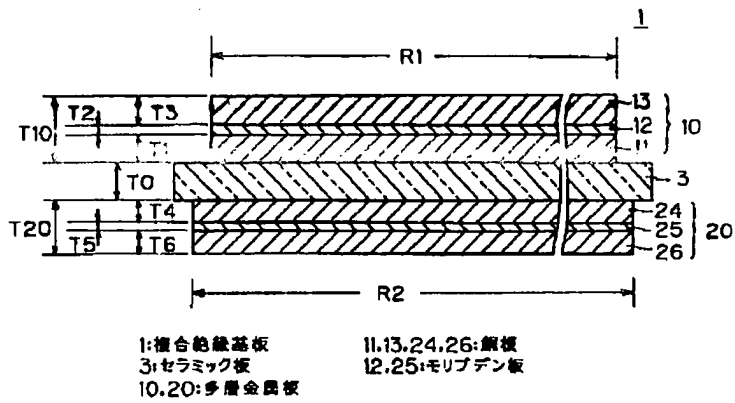
【図7】従来の絶縁基板の断面図である。

【図8】従来の複合絶縁基板の断面図である。

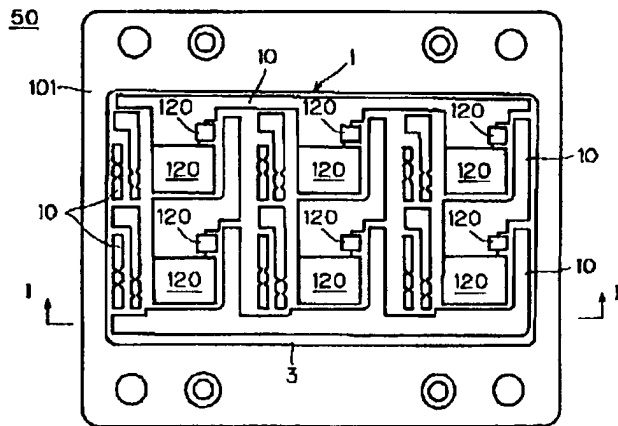
【符号の説明】

- 1 複合絶縁基板
- 3 セラミック基板
- 10、20 多層金属板
- 11、13、24、26 銅板
- 12、15 モリブデン板

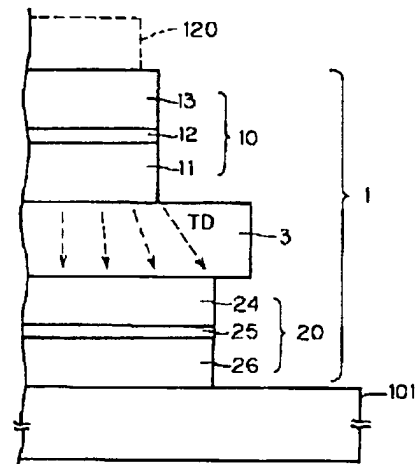
【例 1】



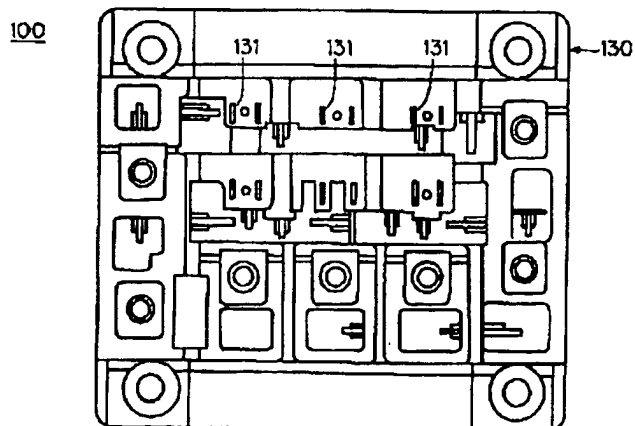
【図2】



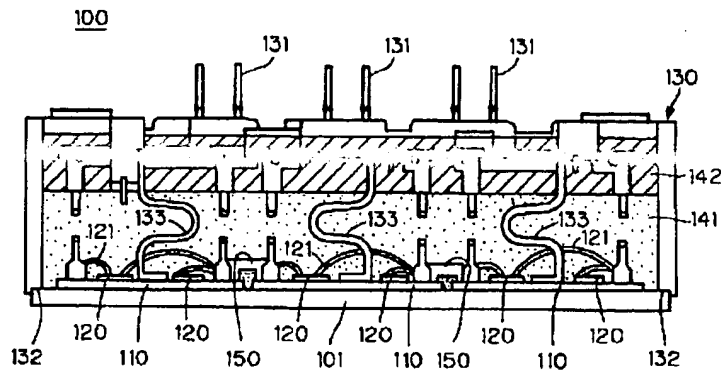
【例3】



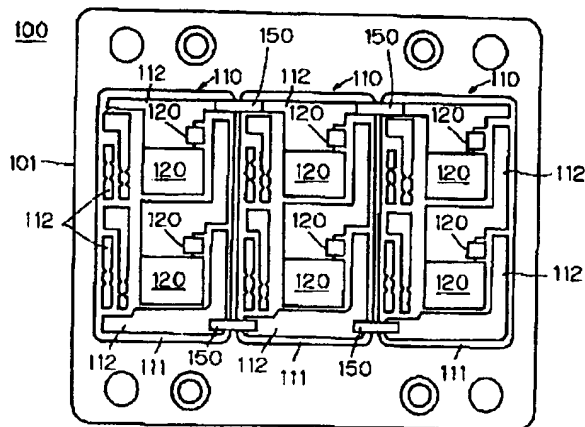
【図4】



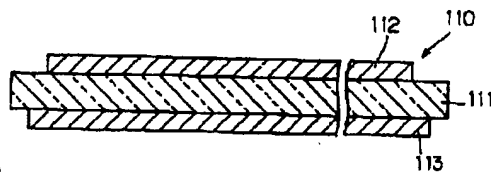
【図5】



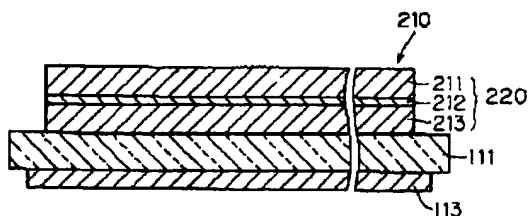
【図6】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成3年9月13日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】このパワーモジュール100の製造にあ

っては、まず、銅ベース板101への絶縁基板110の半田付けと、絶縁基板110上への半導体チップ120の半田付けと、後述する縫ぎ電極150の半田付けとを同時に行なう。この状態の半製品はベース組立て完了品と呼ばれる。また、半導体チップ120へのアルミワイヤ121のボンディングを行なう。この状態の半製品はワイヤボンド完了品と呼ばれる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】第1の多層金属板10は、2枚の銅板11、13の間にモリブデン板12を挟むようにこれらを相互に接合して形成されている。図2は、第1の多層金

属板20も、2枚の銅板24、26の間にモリブデン板25を挟むようにこれらを相互に接合して形成されている。第1の多層金属板10はその上に形成すべき電子回路の形状に合わせてパターンニングされている（図2参照）。セラミック基板3の材料としては、たとえばアルミナ（Al₂O₃）や窒化アルミ（AlN）を母材とするセラミックが使用される。